

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3137114 A1

⑤ Int. Cl. 3:  
F04D 29/32

⑲ Aktenzeichen:  
⑳ Anmeldetag:  
㉑ Offenlegungstag:

P 31 37 114.0  
18. 9. 81  
22. 4. 82

Behördeneigentum

INVENTOR

⑰ Erfinder:

Gray, Leslie M., Massachusetts, US

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④

→ 18.09.80 US 188317

S.N.

⑦① Anmelder:

Bolt Beranek and Newman, Inc., 02138 Cambridge, Mass.,  
US

⑦④ Vertreter:

Stellrecht, W., Dipl.-Ing. M.Sc.; Griesbach, D., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Haecker, W., Dipl.-Phys.; Böhm, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

⑤④ Axialgebläse, insbesondere für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein leise laufendes Axialgebläse, welches speziell zum Einsatz in einer turbulenten Luftströmung geeignet ist, wie sie auf der Auslaßseite eines Kraftfahrzeugradiators bzw. -kühlers auftritt. Dabei ist mit den äußeren Enden der Gebläseflügel ein Band bzw. Ring verbunden. Die Flügel sind ferner stark nach vorn (in Laufrichtung) gekrümmt und haben zumindest in ihrem radial äußeren Teil einen in Abhängigkeit vom Radius zunehmenden Anstellwinkel. Jeder Flügel ist an dem Band über seine volle Breite befestigt. Außerdem hat das Band vorzugsweise eine solche Querschnittsform, daß es als Düse zur Beschleunigung des das Gebläse passierenden Luftstroms dient, während außerdem die einzelnen Flügel im Querschnitt gewölbt sind und ein Tragflügelprofil aufweisen. Vorzugsweise ist das ganze Gebläse dabei ein einstückiges spritzgegossenes Kunststoffbauteil. (31 37 114)

DE 3137114 A1

DE 3137114 A1

BEST AVAILABLE COPY

## HOEGER, STELLRECHT &amp; PARTNER

P A T E N T A N W A L T E

UHLANDSTRASSE 14 c D 7000 STUTTGART 1

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

Anmelder: Bolt Beranek and Newman Inc.  
50 Moulton Street  
Cambridge, Massachusetts 02138  
USA

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Axialgebläse, insbesondere zum Einsatz auf der Rückseite eines luftgekühlten Wärmeaustauschers, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit einer um eine Drehachse drehbaren Nabe und mit an der Nabe befestigten, nach außen abstehenden Flügeln, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:  
es ist ein die Nabe (26) konzentrisch umgebendes Band (30) vorgesehen, dessen Hauptflächen im wesentlichen in Richtung der Drehachse verlaufen;  
die Flügel (28) sind an ihrem äußeren Ende (28b) über ihre gesamte Breite mit dem Band (30) verbunden, die Flügel (28) weisen in Laufrichtung eine starke Krümmung auf, und die Flügel (28) haben zumindest in ihrem an das Band (30) angrenzenden Teil einen in Abhängigkeit vom Flügelradius zunehmenden Anstellwinkel.
2. Axialgebläse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Flügelanstellwinkel mit dem Flügelradius zumindest auf den äußeren 30 % des Radius der Flügel zunimmt.
3. Axialgebläse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel (28) im Querschnitt eine gewölbte Tragflügelform aufweisen.
4. Axialgebläse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Band (30) einen zu einer Beschleunigung der in Richtung der Drehachse durch den durch das Band (30) gebildeten Ring strömenden Luftströmung führenden Quer-

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 2 -

schnitt aufweist (Fig. 6).

5. Axialgebläse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (26), die Flügel (28) und das Band (30) zu einem einstückigen Bauteil zusammengefaßt sind.
6. Axialgebläse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das einstückige Bauteil aus gespritztem Kunststoffmaterial hergestellt ist.
7. Axialgebläse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstellwinkel monoton als Funktion des Flügelradius ansteigt.
8. Axialgebläse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung der Flügel (28) in Laufrichtung so gewählt ist, daß die Mittellinie (34) der oberen Hälfte jedes Flügels (28) angrenzend an das Band (30) winkelmäßig zumindest um den halben winkelmäßigen Abstand zwischen zwei benachbarten Flügeln (28) in Laufrichtung vor der Mittellinie (36) am Fuß des Flügels (28) angrenzend an die Nabe (26) angeordnet ist.
9. Axialgebläse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Flügel (28) mindestens 4 % der Flügeltiefe beträgt.
10. Axialgebläse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen (24) vorgesehen sind, mit deren Hilfe eine Luftströmung von der Druckseite zur Saugseite verhinderbar ist.

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 3 -

11. Axialgebläse nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Unterdrücken einer Luftströmung von der Druckseite zur Saugseite eine Ummantelung (24) aufweisen, welche sich im wesentlichen in axialer Richtung erstreckt und durch die eine Luftströmung um den äußeren Rand des Bandes (30) unterdrückbar ist.
12. Axialgebläse nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ummantelung (24) auf der Saugseite angeordnet ist.
13. Axialgebläse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ummantelung (24) trichterartig ausgebildet und derart angeordnet ist, daß ihr einlaßseitiges Ende zumindest im wesentlichen dieselben Abmessungen hat wie ein Wärmeaustauscher, während ihr auslaßseitiges Ende eng angrenzend an das Band 30 angeordnet ist.
14. Axialgebläse nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch die Dimensionierung gemäß Tabelle 1.

## HOEGER, STELLRECHT &amp; PARTNER

P A T E N T A N W Ä L T E

UHLANDSTRASSE 14 c · D 7000 STUTTGART 1

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

Anmelder: Bolt Beranek and Newman Inc.  
50 Moulton Street  
Cambridge, Massachusetts 02138  
USA

## B e s c h r e i b u n g

Axialgebläse, insbesondere für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Axialgebläse, insbesondere zum Einsatz auf der Rückseite eines luftgekühlten Wärmeaustauschers, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit einer um eine Drehachse drehbaren Nabe und mit an der Nabe befestigten, nach außen abstehenden Flügeln.

Ein Problem, welches sich bei stark gekrümmten Gebläseflügeln ergibt, wie sie erfindungsgemäß verwendet werden sollen, besteht darin, daß an den Flügeln starke Zentrifugalkräfte angreifen. Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Luft von der stromabwärts gelegenen Druckseite der Flügel zur stromaufwärts gelegenen Saugseite der Flügel fließt. Dabei ergibt sich eine Luftströmung um die äußeren Enden der Flügel herum. Jeder ins Gewicht fallende Rückfluß dieser Art kann zu einer Strömungsaufteilung führen. Dieser Betriebszustand ist dann häufig an einem stärkeren Arbeitsgeräusch des Gebläses zu erkennen. Einige der vorstehend angesprochenen Probleme verstärken sich noch, insbesondere was die Arbeitsgeräusche anbelangt, wenn das Gebläse in einer turbulenten Luftströmung arbeitet.

Bei Kraftfahrzeugen ist ein Gebläse häufig hinter einem Wärmeaustauscher angeordnet, wo es Luft vom Wärmeaustau-

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 5 -

scher ansaugt. Dabei ist einerseits der Wirkungsgrad des Gebläses wichtig, da der Wärmeaustauscher durch einen stärkeren Luftstrom wirksamer gekühlt wird. Andererseits ist auch die Geräuschentwicklung des Gebläses ein sehr wichtiger Faktor. Dies gilt besonders für Fahrzeuge, bei denen das Gebläse nach dem Abschalten des Motors weiterlaufen kann oder bei denen andere Geräuschquellen zielstrebig so weit gedämpft sind, daß die lautesten Geräusche vom Gebläse kommen.

Übliche Kraftfahrzeuggebläse haben, wie die meisten Raumlüfter, Flügel, die mit ihrem inneren Ende an einer Nabe befestigt sind, die von einer drehbaren Welle angetrieben wird. Dabei sind die Flügel üblicherweise gerade, d. h. nicht gekrümmt, während die Flügeltiefe bzw. Blatttiefe relativ gleichmäßig um eine radiale Mittellinie der Flügel verteilt ist. Weiterhin ist eine gerade Mittellinie vorhanden. Die Gebläseflügel sind außerdem mit einem gewissen Anstellwinkel angeordnet, um bei laufendem Gebläse die Luft in axialer Richtung zu fördern. Dabei sind die Flügel häufig aus Metallblech gestanzt und können, außer daß sie unter einem Anstellwinkel angeordnet sind, auch in gewissem Umfang gewölbt sein.

Während die meisten derzeit üblichen Kraftfahrzeuggebläse als Gebläse der vorstehend beschriebenen Art ausgebildet sind, ist zumindest bei einem bekannten Gebläse ein äußerer Ring vorgesehen, der die Flügel umgibt und der mit den äußeren Enden der Flügel verbunden ist. Diese Konstruktion sorgt für eine verbesserte mechanische Halterung der Flügel. Die US-PS 1 441 852 beschreibt ferner einen sehr frühen Kraftfahrzeugventilator mit einem äußeren Rand, der

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 6 -

demselben Zweck dient. Der Rand ist dabei ein dünner Ring aus einem geeigneten Material, mit dem die Flügel über dünne Streifen verbunden sind. Dabei sind die Flügel gerade; ihr Anstellwinkel steigt jedoch zwischen Nabe und Rand in Richtung auf den Rand an. Außerdem sind die Flügel gewölbt. Äußere Stützringe werden gelegentlich auch bei Raumventilatoren verwendet, wie dies in der US-PS 818 804 beschrieben ist. Gemäß dieser Patentschrift dient der äußere Ring jedoch der Halterung von Flügeln, die aus einem flexiblen Material bestehen und zwischen der Nabe und dem Ring aufgehängt sind.

Auch Schiffsschrauben werden bereits mit einem äußeren Ring gebaut, der die Schraubenflügel abstützt. Beispiele hierfür finden sich in den US-PSen 5 364; 506 572; 1 518 501 und 2 270 615. Außer der Stützfunktion hat der äußere Ring dabei gemäß der US-PS 5 364 die Funktion eines äußeren Gehäuses, welches ein tangenciales Abfließen des Wassers von den Flügeloberflächen verhindert. Gemäß der US-PS 1 518 501 wirkt der äußere Ring als eine Ummantelung mit Düsenwirkung.

Sowohl bei Schiffsschrauben wie auch - in geringerem Umfang - bei Ventilatoren ist es ferner bekannt, die Flügel zu krümmen, d.h. bezüglich der Mittellinie des Flügelfußes abzubiegen. Eine derartige Ausgestaltung ist in der US-PS 1 518 501 gezeigt. Gemäß dieser Patentschrift nimmt der Flügelanstellwinkel dabei zwischen der Nabe und der äußeren Ummantelung ständig ab. Bei Luftventilatoren wurden gekrümmte Flügel anscheinend nur bei älteren Raumlüftern verwendet. Leise laufende Ventilatoren mit gekrümmten Flügeln und

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 7 -

einem äußeren mit den Flügelenden verbundenen Tragelement sind jedoch nicht bekannt geworden.

Im vorliegenden Zusammenhang ist zu beachten, daß Schiffsschrauben und Lüfter bzw. Gebläse aufgrund unterschiedlicher Überlegungen konzipiert werden. Eine Schiffsschraube, die im Wasser eine gute Leistung erbringt, ist folglich nicht notwendigerweise als Basis für die Gestaltung eines Lüfterrades geeignet. Ein Grund hierfür besteht darin, daß nahezu alle Schiffsschrauben so gebaut sind, daß sie bei vorwärts fahrendem Wasserfahrzeug arbeiten. Die Bewegung des Wasserfahrzeugs führt dabei dazu, daß die Schraubenflügel nur schwach belastet werden, d.h. dem Wasser nur eine geringe Beschleunigung erteilen. Eine entsprechende Bewegung ist normalerweise bei Lüftern nicht vorhanden. Bei der konstruktiven Gestaltung müssen außerdem die Unterschiede in den Arbeitsmedien, nämlich Luft einerseits und Wasser andererseits, berücksichtigt werden. Beispielsweise stellt die Kavitation bei der Ausbildung von Schiffsschrauben ein wichtiges Problem dar, während sich bei Lüftern kein entsprechendes Problem ergibt.

Ausgehend vom Stande der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Axialgebläse anzugeben, welches in einer turbulenten Luftströmung mit geringerer Geräuschentwicklung arbeitet als übliche Gebläse entsprechender Größe und mit ähnlicher Funktion.

Diese Aufgabe wird durch ein Axialgebläse der eingangs beschriebenen Art gelöst, welches gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet ist, daß ein die Nabe konzentrisch umgeben-



A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 8 -

des Band vorgesehen ist, dessen Hauptflächen im wesentlichen in Richtung der Drehachse verlaufen; daß die Flügel an ihrem äußeren Ende über ihre gesamte Breite mit dem Band verbunden sind, daß die Flügel in Laufrichtung eine starke Krümmung aufweisen und daß die Flügel zumindest in ihrem an das Band angrenzenden Teil einen in Abhängigkeit vom Flügelradius zunehmenden Anstellwinkel haben.

Ein besonderer Vorteil des Gebläses gemäß der Erfindung besteht darin, daß es einen verbesserten Wirkungsgrad aufweist, da gegenüber einem üblichen Gebläse mit gleicher Antriebsleistung eine erhöhte Druckdifferenz aufgebaut werden kann. Andererseits kann dieselbe Förderleistung wie bei üblichen Gebläsen mit geringerer Antriebsleistung erreicht werden.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Gebläses besteht ferner darin, daß eine Rezirkulation zwischen der Druckseite und der Saugseite weitgehend vermieden wird.

Weiterhin ist es ein Vorteil des Gebläses gemäß der Erfindung, daß es einfach aufgebaut, mechanisch stabil, vergleichsweise leicht und kostengünstig herzustellen ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist ein leise laufendes Axialgebläse, welches besonders für die Verwendung in einer turbulenten Luftströmung geeignet ist, einen Satz von Flügeln auf, deren Fußteile jeweils an einer Nabe befestigt sind und deren äußere Enden an einem ringförmigen Band befestigt sind, welches gegenüber der Nabe zumindest im wesentlichen konzentrisch angeordnet ist. Die Flügelspitzen sind dabei an dem Band kon-

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 9 -

tinuierlich auf ihrer vollen Breite befestigt. Außerdem definiert das Band einen sich ändernden Querschnitt, so daß ein Luftkanal geschaffen wird, der sich in Richtung der Luftströmung durch das Gebläse verjüngt bzw. verengt.

Die Flügel des erfindungsgemäßen Gebläses sind dabei stark nach vorn, d.h. in Laufrichtung gekrümmt, derart, daß die Mittellinie der oberen Hälfte jedes Flügels angrenzend an das Band winkelmäßig gegenüber der Mittellinie des Flügelfußes mindestens um die Hälfte des Winkelabstandes zwischen benachbarten Flügeln versetzt ist. Außerdem haben die Flügel einen Anstellwinkel, der sich als Funktion des Flügelradius ändert, insbesondere derart, daß der Anstellwinkel der Flügel gegenüber der Lafebene des Flügelrades mit dem Flügelradius zumindest auf den äußeren 30 % des Flügels zunimmt.

Vorzugsweise haben die Flügel eine gewölbte Tragflügelform, um die Geräuschentwicklung zu verringern und einen maximalen Luftdurchfluß zu erreichen. Weiterhin sind die Nabe, die Flügel und das Band vorzugsweise als ein einziges, einstückiges Bauteil, insbesondere als Spritzteil aus Kunststoffmaterial, ausgebildet. Das Axialgebläse kann dabei außerdem eine Ummantelung aufweisen, die im wesentlichen von einer Quelle für einen turbulenten Luftstrom, beispielsweise von einem Kraftfahrzeug-Wärmeaustauscher, bis zur Saugseite des Gebläses reicht. Die Ummantelung ist dabei vorzugsweise so ausgebildet und angeordnet, daß eine Rezirkulation von Luft von der Druckseite zur Saugseite um die Außenseite des Bandes herum verhindert wird. Weiterhin ist die Ummantelung vorzugsweise trichterartig und

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 10 -

so ausgebildet, daß sie an ihrem einen Ende nur einen geringen Abstand vom äußeren Ende des Gebläses aufweist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungen noch näher erläutert und/oder sind Gegenstand von Unteransprüchen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausführungsform eines Gebläses gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine Rückansicht des Gebläses gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt längs der Linie 3-3 in Fig. 1;

Fig. 4 einen Querschnitt längs der Linie 4-4 in Fig. 1;

Fig. 5 einen Querschnitt längs der Linie 5-5 in Fig. 1;

Fig. 6 einen Querschnitt längs der Linie 6-6 in Fig. 1;

Fig. 7 eine stark vereinfachte Seitenansicht des Gebläses gemäß Fig. 1 bis 6 in Verbindung mit einer Ummantelung, einem weiteren Lüfter und einem Radiator auf der Saugseite des Gebläses.

Im einzelnen zeigt Fig. 7 ein Kraftfahrzeug-Gebläse 12 gemäß der Erfindung. Das Gebläse 12 ist hinter einem Wärmeaustauscher, typischerweise einem Hauptradiator 14 angeordnet und saugt die Luft über diesen an. Die das Gebläse 12 verlassende Luftströmung, die durch die Pfeile 16 ange-

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 11 -

deutet ist, ist dabei von dem Radiator 14 weggerichtet. Die Luftströmung ist eine axiale Strömung, die im wesentlichen in Richtung der Drehachse des Gebläses 12 verläuft. Das Gebläse 12 gemäß der Erfindung ist besonders bei Automobilen mit Klimaanlage nützlich. Bei einer typischen Anordnung dieser Art ist dabei ein zusätzlicher Radiator 20 der Klimaanlage in Strömungsrichtung vor dem Hauptradiator 14 angeordnet.

Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz des Gebläses 12 besteht darin, daß die den Radiator 14 verlassende Luft, welche dem Gebläse 12 zugeführt wird, als stark turbulente Strömung mit ungleichmäßigem Strömungsquerschnitt vorliegt. Trotz dieser Ungleichmäßigkeit auf der Einlaßseite muß das Gebläse nun eine ausreichend starke Luftströmung erzeugen, um den Hauptradiator 14 und/oder den Radiator 20 der Klimaanlage abzukühlen. Dabei ist es außerdem wichtig, daß die für eine ausreichende Luftströmung zum Bewirken der gewünschten Abkühlung erforderliche Antriebsenergie möglichst gering ist. Mit diesem Problem ist der Wirkungsgrad des Gebläses eng verknüpft, der als Produkt des geförderten Luftvolumens und des mittleren Druckabfalls geteilt durch die erforderliche Antriebsenergie für das Gebläse definiert ist. Außerdem ist zu beachten, daß bei Klimaanlagen, bei denen das Gebläse 12 nach Abschalten der Brennkraftmaschine weiterläuft, eine möglichst geringe Geräuscentwicklung haben soll. Bei einem üblichen Gebläse (Durchmesser etwa 38 cm; Förderleistung etwa 22,7 m<sup>3</sup>/min gegen einen mittleren Druck von 5,0 mm Hg) liegt der Geräuschpegel typischerweise bei etwa 72 dBA. Dieser Geräuschpegel kann beim Fahrer eines Kraftfahrzeugs bereits den Eindruck er-

wecken, als ob der Motor selbst lief. Im Gegensatz dazu erzeugt das Gebläse gemäß der Erfindung unter den gleichen Bedingungen nur einen Geräuschpegel von etwa 64 dBA. Diese Absenkung des Geräuschpegels ist für die Benutzer des Gebläses von großer Bedeutung. Weiterhin hat es sich gezeigt, daß das Gebläse gemäß der Erfindung bei gleicher Förderleistung für die über den Hauptradiator und den Radiator der Klimaanlage angesaugte Luft eine geringere Antriebsenergie benötigt.

Zur Erzielung dieser verbesserten Leistung speziell beim Einsatz in Verbindung mit der Klimaanlage eines Automobils wird das erfindungsgemäße Gebläse 12 vorzugsweise in Verbindung mit einer Ummantelung 24 eingesetzt, die sich zwischen dem Radiator 14 und dem äußeren Rand des Gebläses 12 erstreckt. Der Hauptzweck der Ummantelung 24 besteht darin, die Rezirkulation von Luft um den äußeren Rand des Gebläses 12 herum von der Druckseite hinter dem Gebläse zur Saugseite auf der Vorderseite des Gebläses angrenzend an den Hauptradiator 14 zu verhindern. Eine derartige Rezirkulation bewirkt nämlich eine Aufspaltung der Strömung durch das Gebläse, die von einer Erhöhung des Geräuschpegels begleitet ist. Die Ummantelung kann in jeder Weise ausgebildet sein, durch die eine solche Rezirkulation verhindert wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Ummantelung trichterförmig ausgebildet und zwischen der im wesentlichen rechteckigen Rückseite des Radiators und dem im wesentlichen kreisförmigen äußeren Rand des Gebläses angeordnet, wobei der Querschnitt angrenzend an das Gebläse geringer ist. Zwischen der Ummantelung und dem Gebläse kann dabei ein kleiner Spalt vorhanden sein, welcher den Fertigungstoleranzen des Flügelrades Rechnung

140000

3137114

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 13 -

trägt. Der Spalt darf dabei jedoch nicht so groß sein, daß eine ins Gewicht fallende Rezirkulation eintritt.

In Fig. 1 bis 6 ist das erfindungsgemäße Gebläse 12 mehr ins Einzelne gehend dargestellt. Man erkennt, daß eine Nabe 26 mit einer Mittelöffnung 26a in einem zylindrischen, axial ausgerichteten Nabenansatz 26b vorgesehen ist. Die Öffnung 26a dient der Aufnahme einer Antriebswelle zum Antreiben des Gebläses. Die Öffnung 26a ist dabei bezüglich der Nabe 26 zumindest im wesentlichen zentriert und definiert die Drehachse für das Gebläse 12. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Nabe im wesentlichen hohl und schalenförmig aufgebaut und besitzt eine glatte, konvexe Vorderseite auf der vorderen Seite bzw. der Niederdruckseite des Gebläses und eine hohle, konkave Rückseite an der Rückseite bzw. der Druckseite des Gebläses (Fig. 2).

Das Gebläse 12 besitzt mehrere Flügel 28, die sich jeweils von der Nabe 26 bis zu einem äußeren ringförmigen Band 30 erstrecken, welches zumindest im wesentlichen konzentrisch zur Drehachse des Gebläses angeordnet ist und die Flügel 28 umschließt. Das äußere Band 30 stellt dabei einen wesentlichen Bestandteil des Gebläses gemäß der Erfindung dar. Das Band erhöht nicht nur die Stabilität des Gebläses, indem es die Flügel 28 an ihren Spitzen abstützt; es hält vielmehr auch die Luft auf den Arbeitsflächen der Flügel 28 und verhindert insbesondere, daß die Luft um die äußeren Enden der Flügel 28 herum von der Druckseite zur Saugseite fließen kann. Das Band 30 besitzt vorzugsweise einen solchen Querschnitt, daß es in radialer Richtung dünn ist und sich in axialer Richtung zumindest über eine Strecke

- 14 -

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 14 -

erstreckt, die gleich der Breite der Flügel 28 ist. Der innere Radius des Bandes 30 verändert sich dabei in axialer Richtung. Im einzelnen ist der Radius an der Vorderkante am größten und verringert sich dann sehr schnell, wodurch ein Düseneffekt erhalten wird, der die Luftströmung durch das Band hindurch beschleunigt. Die Querschnittsform des Bandes 30 ist in Fig. 6 besonders deutlich dargestellt. Nach der anfänglichen Verjüngung hat das Band einen im wesentlichen konstanten Radius. Das vordere, sich nach außen erweiternde Ende des Bandes ist mit einer nach außen gewandten Lippe 30d versehen.

Jeder der Flügel 28 besitzt ein inneres Ende bzw. einen Fuß 28a, der an der Nabe 26 befestigt ist, sowie ein äußeres Ende 28b, das an der Innenseite des Bandes 30 befestigt ist. Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die äußeren Enden 28b der Flügel 28 mit dem Band 30 über die volle Flügelbreite verbunden sind und nicht nur an einem einzigen Punkt oder über ein schmales Verbindungsband. Die erfindungsgemäße Art der Verbindung ist wesentlich für die Steuerung der Rezirkulation von Luft von der Druckseite der Flügel zur Saugseite derselben. Die Art der Verbindung fördert auch die Lenkung der Luftströmung gegen die Arbeitsflächen der Flügel 28 mit minimaler Turbulenz. Ein weiteres wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die Flügel 28 stark nach vorn gekrümmt sind, d.h. in Lauf- bzw. Drehrichtung des Gebläses. Diese Drehrichtung ist in Fig. 1 durch den Pfeil 32 angedeutet. Die Krümmung nach vorn ist dabei ausreichend stark, um zumindest die zweite Harmonische der Flügelfrequenz in dem beim Arbeiten des Gebläses erzeugten Geräusch zu unterdrücken. Zu diesem Zweck liegt die Mittellinie 34 der oberen

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 15 -

Hälfte jedes Flügels 28 winkelmäßig um mindestens den halben Winkelabstand zwischen zwei benachbarten Flügeln 28 vor der Mittellinie des Fußes 28b des betreffenden Flügels 28. Wenn also das Gebläse beispielsweise 5 Flügel hat, die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind, dann beträgt der Winkelabstand  $72^\circ$ . In diesem Fall sollte die Mittellinie 34 mindestens  $36^\circ$  vor der Mittellinie 36 des Fußes 28b liegen.

Ein weiteres wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Gebläses besteht darin, daß der Anstellwinkel der Flügel 28 als Funktion des Flügelradius zumindest auf den äußeren 30 % des Flügelradius, d.h. in dem Bereich 38 in Fig. 1 zunimmt. Wie aus Fig. 3 bis 5 deutlich wird, welche den Flügelquerschnitt von innen nach außen für verschiedene Radien zeigen, nimmt der Anstellwinkel vom Fuß 28a bis zum äußeren Ende 28b gleichmäßig zu. Während der Anstellwinkel mit dem Radius ausgehend vom Fuß bis zu 70 % des Radius abnehmen könnte, nimmt der Anstellwinkel vorzugsweise monoton als Funktion des Radius zu, d.h. er bleibt konstant oder wächst, nimmt jedoch nicht ab. Ein Zweck der Zunahme des Anstellwinkels im Bereich der äußeren Enden 28b der Flügel 28 besteht darin, den richtigen Wert für den axialen Schub unter Berücksichtigung des Strömungsverhaltens hinsichtlich des Radiators und der Ummantelung zu erreichen. Ein weiterer Zweck besteht darin, den richtigen Schub im Hinblick auf die Auswirkungen der Vorwärtskrümmung zu erzielen. Dabei ist zu beachten, daß diese Ausgestaltung aufgrund der Zentrifugalkräfte, die im Betrieb auf die Flügel wirken, zu einer erhöhten mechanischen Belastung führt. Dieser erhöhten Belastung wird durch die mechanische Abstützung entgegengewirkt, für die das Band 30



A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 16 -

sorgt. Außerdem begrenzt das Band 30 aufgrund der kontinuierlichen Verbindung zwischen ihm und den äußeren Enden 28b der Flügel nicht nur die Rezirkulation, sondern auch die Turbulenz an den Flügelspitzen, wodurch die Geräuschentwicklung verringert und der Wirkungsgrad verbessert wird.

Während die Flügel 28 aus Blechstreifen hergestellt werden können, deren Enden gegeneinander verdreht sind, um die gewünschte Änderung des Anstellwinkels zu erhalten, besitzen die einzelnen Flügel vorzugsweise ein Tragflügelprofil, wie dies besonders aus Fig. 3 bis 5 deutlich wird. Außerdem sind die Flügel 28 vorzugsweise gewölbt, um die Last in wirksamer Weise über die Flügeltiefe zu verteilen. Die Vorderkante der Flügel ist dabei durch eine im wesentlichen runde Gestalt gekennzeichnet, während die Hinterkante der Flügel in eine scharfe Kante ausläuft. Vorzugsweise beträgt dabei die Dicke der Flügel in ihrer Mitte mindestens 4 % der Flügeltiefe.

Während die verschiedenen Elemente des Gebläses 12, die vorstehend beschrieben wurden, getrennt hergestellt und später zu dem Gebläse zusammengesetzt werden können, wird das erfindungsgemäße Gebläse vorzugsweise als einstückiges Bauteil hergestellt. Insbesondere wird das Gebläse bzw. das Flügelrad vorzugsweise aus einem hoch-schlagfesten Kunststoffmaterial hergestellt, welches gespritzt werden kann. Geeignete Materialien dieser Art sind beispielsweise Nylon oder Polypropylen. Durch die Herstellung des Flügelrades aus einem Kunststoffmaterial erhält man auch ein geringeres Gewicht als bei entsprechenden Konstruktionen aus Metall. Außerdem lassen sich bequem stark gekrümmte

A 44 788 b  
k - 168  
16.9.1981

- 17 -

Flügel mit sich änderndem Anstellwinkel und mit einem Tragflächenprofil herstellen, während derartige Flügel aus Metall nur schwer und mit hohen Kosten herzustellen wären.

Während die Abmessungen und die Form des Flügelrades bzw. des Gebläses 12 je nach Verwendungszweck schwanken können, haben sich die nachstehend angegebenen Abmessungen bei einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gebläses bewährt, welches für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug, insbesondere einem Kraftfahrzeug mit Klimaanlage, bestimmt war, bei der das Gebläse 12 in der in Fig. 7 gezeigten und anhand dieser Figur beschriebenen Weise anzubringen war. Bei diesem Ausführungsbeispiel besaß das Gebläse 12 einen maximalen Außendurchmesser von etwa 38,7 cm und eine Tiefe bzw. Länge von etwa 5,1 cm. Der innere Radius des Bandes 30 besaß einen Maximalwert von etwa 19 cm und nahm im Bereich der Lippe 32d auf einen Minimalwert von etwa 18,2 cm ab. Die Nabe 26 besaß einen Durchmesser von etwa 15,2 cm, während jeder Flügel eine radiale Gesamtlänge von etwa 10,7 cm besaß. Jeder Flügel besaß eine Blatt-Tiefe von etwa 9,5 cm sowie an seinem Fuß einen Anstellwinkel von etwa  $28^{\circ}$ , in seiner Mitte einen Anstellwinkel von etwa  $30^{\circ}$  und bei  $90^{\circ}$  seiner radialen Länge einen Anstellwinkel von etwa  $34^{\circ}$ . Der Anstellwinkel der Flügel 28 auf den äußeren 30 % ihrer Radien stieg ferner von  $30^{\circ}$  auf  $39^{\circ}$  an. Eine vollständige Beschreibung der Flügelform ergibt sich aus der nachfolgenden Tabelle 1.

A 44 788 b  
k - 189  
16.9.1981

- 18 -

Tabelle 1

Norm. Radius	Radius (cm)	Blatt- Tiefe (cm)	An- stell- winkel ( ° )	Dicke/ Blatt- Tiefe	Wölbung/ Blatt- Tiefe	Vorwärts- krümmung im Bogen- maß (cm)
0,42	7,62	7,62	28	0,075	0,045	0
0,5	9,14	8,67	28,1	0,066	0,043	0,58
0,6	10,07	9,47	28,4	0,060	0,041	1,9
0,7	12,80	9,70	29,3	0,059	0,038	4,11
0,8	14,63	9,40	30,1	0,061	0,033	7,1
0,9	16,46	8,64	33,9	0,066	0,028	10,92
0,95	17,37	8,10	36,5	0,070	0,025	13,08
1,0	18,23	7,62	39,0	0,075	0,020	15,70

Anzahl der Flügel = 5

Die obigen Abmessungen und weiteren Werte gelten für ein spezielles Ausführungsbeispiel.

A 44 788 b  
k - 189  
16.9.1981

- 19 -

Vorstehend wurde die konstruktive Ausgestaltung für ein Gebläse, d.h. ein Flügelrad, und für eine Gebläseanordnung (Flügelrad mit Ummantelung) beschrieben, das bzw. die speziell für den Einsatz in einer turbulenten Luftströmung geeignet ist und dort zu einer beträchtlichen Verringerung der Arbeitsgeräusche des Gebläses führt. Dabei ist das Gebläse außerdem durch einen guten Wirkungsgrad ausgezeichnet. Diese Verbesserungen werden dabei durch eine Kombination von Merkmalen erreicht, zu denen das äußere Band gehört, das mit den Flügeln über deren volle Breite verbunden ist, wobei die Flügel stark nach vorn gekrümmt sind und zumindest zwischen ihrem 70 %-Radius und ihrer äußeren Flügelspitze einen zunehmenden Anstellwinkel besitzen. Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzt das Band ferner einen Innendurchmesser, der sich, ausgehend von seiner Vorderkante, in Richtung auf die Bandmitte hin verringert, ab welcher der Innendurchmesser konstant bleibt oder sich in Richtung auf die Hinterkante des Bandes wieder vergrößert, so daß im Bereich der Flügel ein Düseneffekt erreicht wird, während die Flügel selbst ein Tragflächenprofil aufweisen und im Querschnitt gewölbt sind.

Während vorstehend ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, versteht es sich, daß, ausgehend vom Ausführungsbeispiel, im Rahmen der Erfindung zahlreiche Änderungen oder Ergänzungen möglich sind. Beispielsweise können die Flügel aus Flachmaterial, beispielsweise Blech, hergestellt werden, welches kein Tragflügelprofil hat. Die Flügel können auch ohne Wöl-

1000

A 44 788 b  
k - 189  
16.9.81

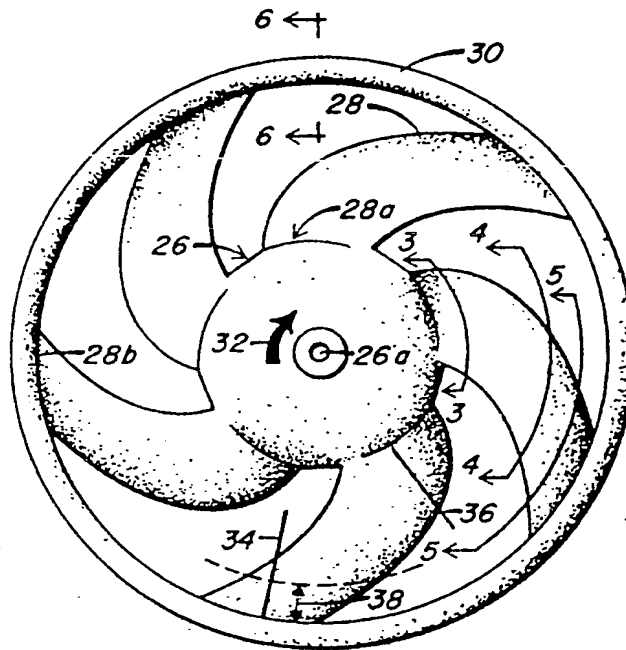
- 20 -

bung hergestellt werden. Außerdem ist es nicht entscheidend, daß der Anstellwinkel der Flügel bis zum 70 %-Radius derselben von innen her ansteigt. Ganz allgemein ist die konstruktive Ausgestaltung des Gebläses im Bereich der Nabe und der angrenzenden Teile der Flügel von geringerer Bedeutung als die konstruktive Ausgestaltung an den äußeren Flügelenden und angrenzend an das Band. An die Stelle der einstückigen Konstruktion kann ferner eine Konstruktion aus mehreren Teilen treten, die in geeigneter Weise, beispielsweise durch Schweißen, durch Verkleben oder durch Vernieten mit einander verbunden sind. Es ist auch nicht entscheidend, daß eine trichterförmige Ummantelung vorgesehen ist, die zwischen dem Gebläse und einer Quelle turbulenter Luft liegt. Je nach den Gegebenheiten kann auch eine anderes ausgebildete Ummantelung vorgesehen sein.

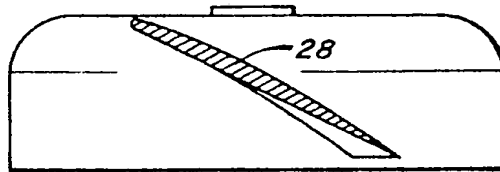
-21-  
Leerseite

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

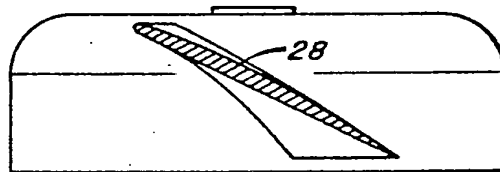
3137114  
F04D 29/32  
18. September 1981  
22. April 1982



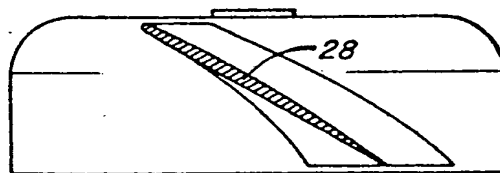
**FIG. 1**



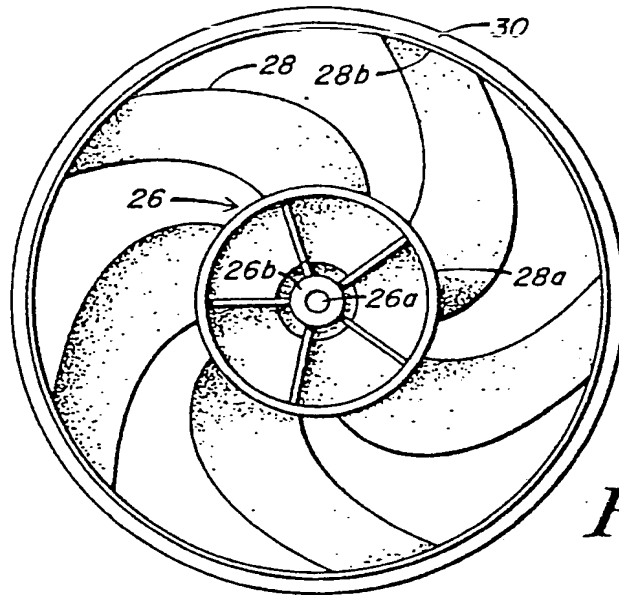
**FIG. 3**



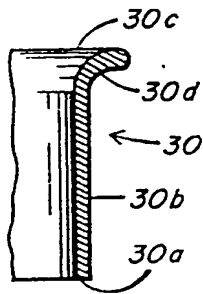
**FIG. 4**



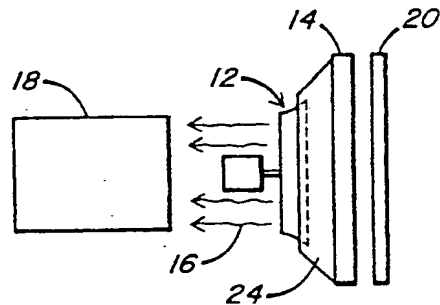
**FIG. 5**



**FIG. 2**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



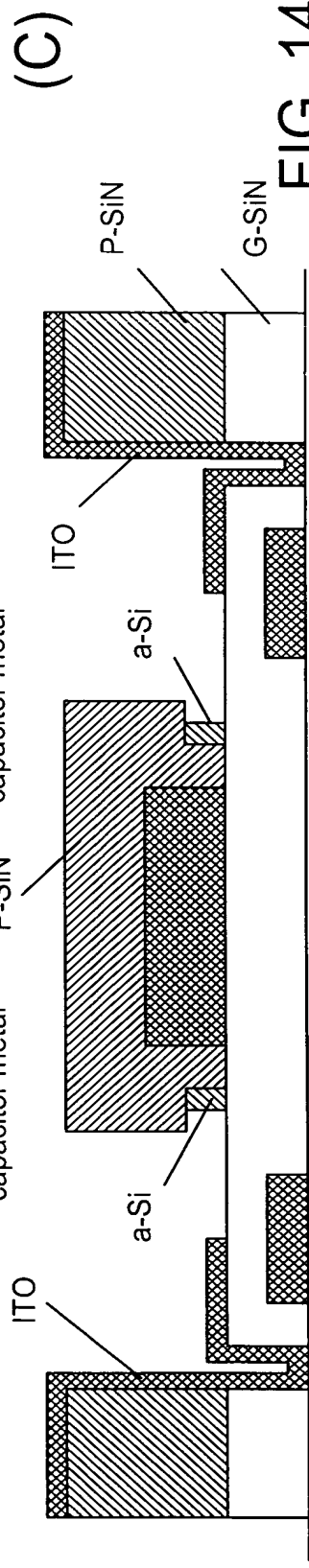
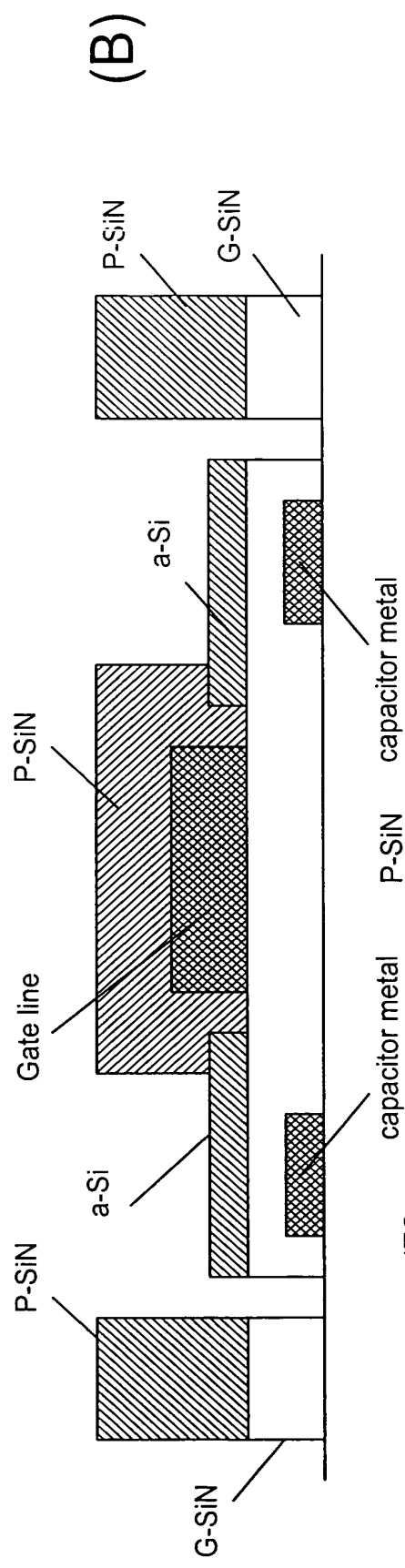
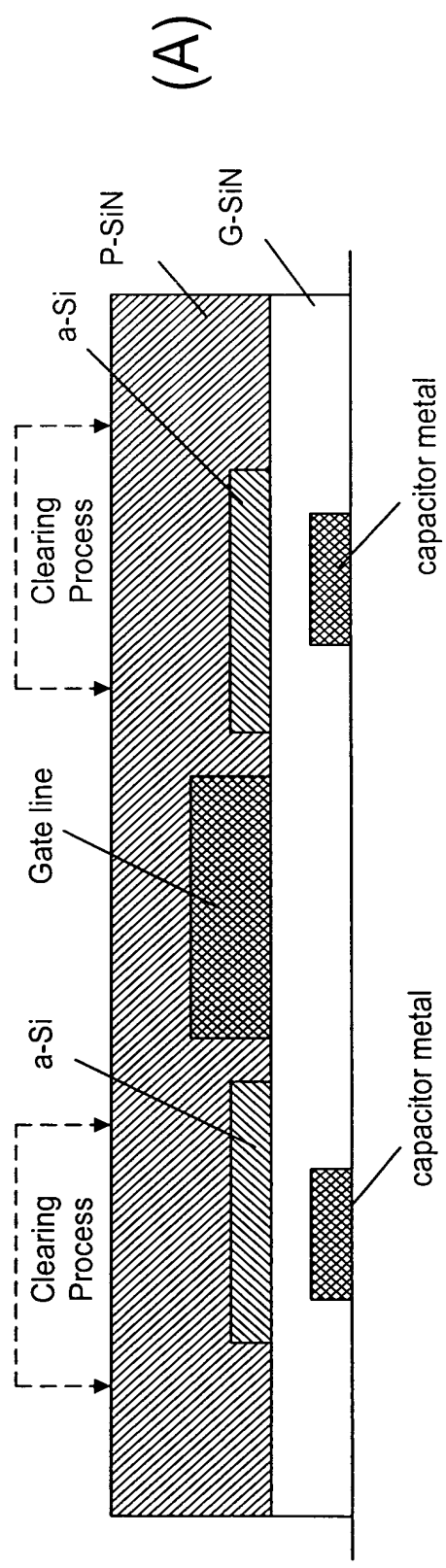


FIG. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**